

Patrones espaciales de expansión urbana de Santiago de Chile. Período 1975-2003.
Spatial patterns of urban growth in Santiago de Chile. 1975-2003.

Jaime Hernández Palma
María Angélica Gutiérrez León

Filiación

Los autores son investigadores del Departamento de Gestión Forestal y su Medio Ambiente, de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile.

E-Mail: jhernand@uchile.cl

Resumen

A medida que la urbanización aumenta, el crecimiento de las ciudades implica consecuencias en los entornos de las ciudades en todo el mundo. En esta investigación el autor se detiene en el caso de Santiago de Chile, en donde se han producido importantes deseconomías y desequilibrios ambientales no previstos por los instrumentos de planificación territorial.

Palabras clave

Santiago de Chile; crecimiento Urbano; planificación urbana; relación urbano - rural.

Abstract

The author analyzes the boundaries of the city of Santiago de Chile and its unbalanced relationship with the natural environment, social and economic, which is not yet regulated by existing planning instruments.

Key words

Santiago de Chil; Urban Growth; Urban Planning; Rural-Urban Relationship.

Sumario

Introducción
Objetivo
Hipótesis
Patrones espaciales de expansión urbana
Materiales y métodos
Resultados y discusión
Conclusiones
Bibliografía

Introducción

La ciudad es el hábitat humano por excelencia; actualmente el 47% de la población mundial reside en ciudades y se proyecta que alcanzara un 60% en el año 2030 (UN, 1999). Con una población citadina cada vez mayor, la urbanización se convierte en el fenómeno urbano por excelencia, transformador de los paisajes naturales mundiales a través de cambios en los usos y coberturas del suelo, lo cual inevitablemente resulta en efectos sociales, económicos

y ambientales (Barnes *et al*, 2001; Luck y Wu, 2002; Kunh, 2003; Romero y Ordenes, 2004).

Así, la expansión urbana aparece como un tema cada vez más relevante en las discusiones públicas, llevando a que varios actores sociales, en diferente ubicación geográfica, se interesen en caracterizar sus tendencias y precisar sus efectos; tal es el caso de la región del Asia -Pacífico, donde la explosión demográfica surge como el problema principal de la expansión urbana (con una población actual que alcanza el billón de habitantes, siendo las ciudades más pobladas Bangkok, Nueva Delhi, Calcuta, Beijing, Shangai y Tokio), traduciéndose en un desarrollo descontrolado, falta de infraestructura, segregación de clases, contaminación, pérdida de espacios verdes e histórico-culturales, crimen y desintegración del tejido social (UNESCO, 1996; Jim, 1998; Weng, 2001; Jim y Chen, 2003; Sudhira y Ramachandra, 2003; Zhang, *et al*, 2004).

La situación no es muy diferente en las ciudades Europeas, a pesar que los datos demográficos actuales confirman que en esta sociedad, la urbanización marcha a un ritmo mas pausado que en décadas anteriores; no obstante aun persisten amenazas para el medio ambiente, derivados de la expansión urbana, siendo las más primordiales, el aumento del transporte privado (con efectos sobre la calidad acústica y atmosférica) y el consumo intensivo de recursos (agua, energía y disposición de residuos) (Comisión Europea 1996; Comisión de las Comunidades Europeas, 1998; European Environment Agency, 2002).

Al igual que en la urbes europeas, las ciudades de Estados Unidos actualmente presentan la tendencia a estabilizar las densidades urbanas, sin embargo la expansión ocurrida en décadas pasadas se propone como la razón principal de varios problemas socio-ambientales contemporáneos que incluyen, destrucción de espacios naturales, pérdida de suelos agrícolas, uso excesivo de recursos energéticos, enfermedades, crimen, polución atmosférica y acuífera, segregación racial, altos impuestos y destrucción de las comunidades, entre otros (Civco, *et al*, 2002; Hasse Lathrop, 2003; Lopez y Hynes, 2003). Varios de estos problemas ambientales, producidos por la expansión urbana, son comunes también en las ciudades latinoamericanas, con la diferencia que la intensidad de sus efectos, se encuentra determinada en gran parte, por la heterogeneidad demográfica, geográfica, socio-económica y político-administrativa de la región (Bajraj, *et al*, 2000; Pinto, 2002).

En el contexto latinoamericano Santiago de Chile aparece como una de las ciudades donde la expansión urbana ha dado lugar a graves deseconomías y problemas ambientales que no han sido previstos por los instrumentos de planificación territorial (Romero, *et al*, 1999; Romero, *et al*, 2001). Su localización dentro de una cuenca ambiental (definida como un sistema semi-cerrado), le otorga características de tipo endógeno a los flujos atmosféricos, hídricos, geomorfológicos y biogeográficos, factores que obligarían a manejar cuidadosos criterios de planificación territorial, antes de adoptar decisiones sobre el emplazamiento de instalaciones humanas (viviendas, industria e infraestructura), a fin de no exceder la capacidad de carga del sistema (Romero *et al*, 2003). Sin embargo, estas condiciones especiales no han sido prioridad en la planificación urbana de Santiago, siendo una prueba de ello, el aumento desmedido de la población en las últimas décadas (Bahr y Mertins, 1985), el cual se ha traducido en un crecimiento constante, caótico y acelerado de la ciudad (15.570ha en 1952 a 46.179ha en 1992) (Matta y Jordan, 1989; Secretaria Ministerial Metropolitana, 1994; Bertrand y Romero, 1996).

Ante esta realidad el presente trabajo pretende realizar un diagnóstico de los patrones espaciales que han regido la expansión urbana de la ciudad de Santiago durante el periodo 1975-2003, relacionando dichos patrones con los estratos socioeconómicos en los que se divide la población de las diferentes comunas de la ciudad, lo cual permitirá en estudios posteriores, determinar, junto con otros indicadores, la calidad de la ciudad desde el punto de vista físico, a partir de los cuales evaluar la eficiencia y eficacia de las estrategias actuales de crecimiento urbano, respecto a las características territoriales donde se emplaza la ciudad.

Objetivo

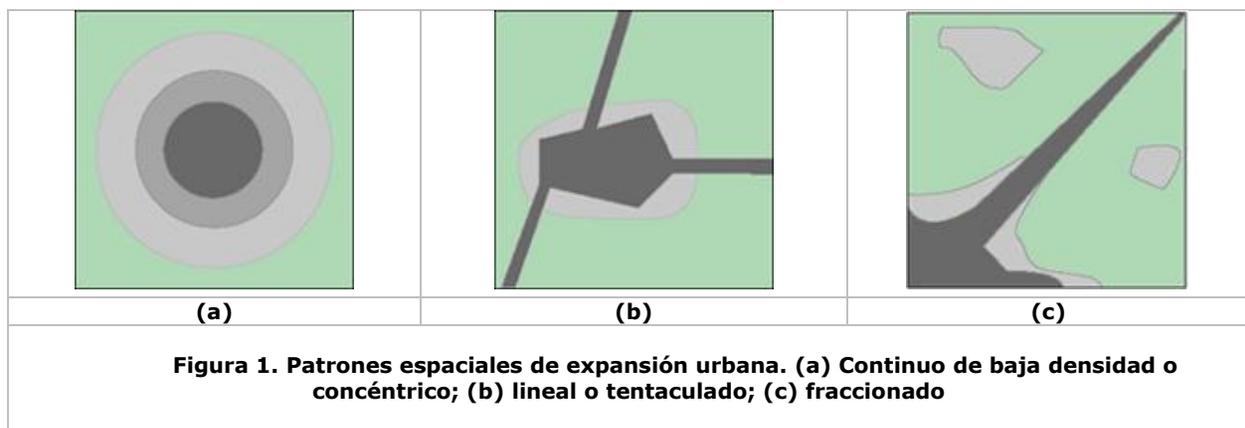
Analizar los patrones espaciales de expansión urbana de la ciudad de Santiago para el periodo 1975-2003, en relación a la división comunal por estratos socioeconómicos.

Hipótesis

Los patrones espaciales de expansión urbana de la ciudad de Santiago durante el período 1975-2003 se encuentran determinados por los estratos socioeconómicos en los que divide la población en las diferentes comunas

Patrones espaciales de expansión urbana

Existen tres formas espaciales básicas de expansión (**Fig.1**), *continua de baja densidad o concéntrica*, referida al cambio de uso del suelo para propósitos urbanos, a lo largo de los márgenes de las áreas metropolitanas existentes; *lineal o tentaculada*, que es la expansión que sigue las vías (corredores) de transporte principales hacia fuera del núcleo urbano. En este tipo de expansión se desarrollan los suelos inmediatamente adyacentes a los corredores, manteniendo los usos y coberturas rurales aquellos sin acceso directo. Por último se encuentra la expansión *fraccionada* que corresponde a un patrón discontinuo de urbanización, con parches de suelos desarrollados que están ampliamente separados unos de otros y de los límites de las áreas urbanizadas reconocidas (Barnes, *et al*, 2001).



Materiales y métodos

Material: Se contó con imágenes satelitales Landsat del área de la ciudad Santiago para las fechas Marzo 22 de 1975, Marzo 17 de 1989 y Febrero 4 de 2003; además de datos correspondientes a los indicadores socioeconómicos por comuna en relación al estrato, ingreso, número de habitantes, Índice de Desarrollo Humano (IDH) y m² de áreas verdes

por habitante, entre otros. Así mismo se contó con una la base de datos del Proyecto OTAS, a partir de la cual se obtuvo la cobertura de límites comunales.

Metodología: Inicialmente se realizó una preparación de las imágenes de satélite para corregirlas radiométrica y geoméricamente. Posteriormente se probaron diferentes combinaciones en color, contrastes y filtros a fin de distinguir de mejor manera el límite urbano; de esta forma se estableció que la combinación 7, 4, 2, (para las imágenes de los años 1989 y 2003) y 1, 2, 4 (para la imagen del año 1975), junto a el contraste ecualización del histograma y un filtro de borde, realza visiblemente la firma espectral de la temática urbana. A partir de la imágenes obtenidas en el paso anterior se realizó una capa temática tipo vector del borde urbano para cada año, incluyendo manchas urbanas adyacentes a la mancha principal; paralelamente, la cobertura de división comunal se modificó, a fin de distinguir las comunas según su estrato socio-económico (A, B ó C), estos dos pasos permitieron definir franjas de muestreo para realizar la interpretación de los patrones espaciales de expansión, de acuerdo a la representatividad de cada estrato y los cambios mas notables en cuanto a superficie urbana (**Fig.2**).

Para el análisis de los patrones espaciales de expansión urbana se hallaron métricas de tamaño, borde y forma a la cobertura de vectores de borde urbano por año y adicionalmente se aplicaron diferentes tratamientos a las imágenes de satélite de acuerdo a los métodos detallados por Howarth y Boasson (1983) para la detección de cambio en ambientes urbanos; a través del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) se identificaron los cambios más significativos entre años y se caracterizó cada estrato socioeconómico respecto a la cobertura vegetal presente. Además se hizo un análisis de componentes principales para cada una de las imágenes utilizando todas las bandas en la imagen del año 1975 y las bandas 2, 3, 4, 5, y 7 para las imágenes de 1989 y 2003. Este procedimiento permitió realizar un análisis de textura con base en el tercer componente principal de cada año, a partir del cual se identificaron los patrones espaciales de expansión de la ciudad durante el periodo de estudio.

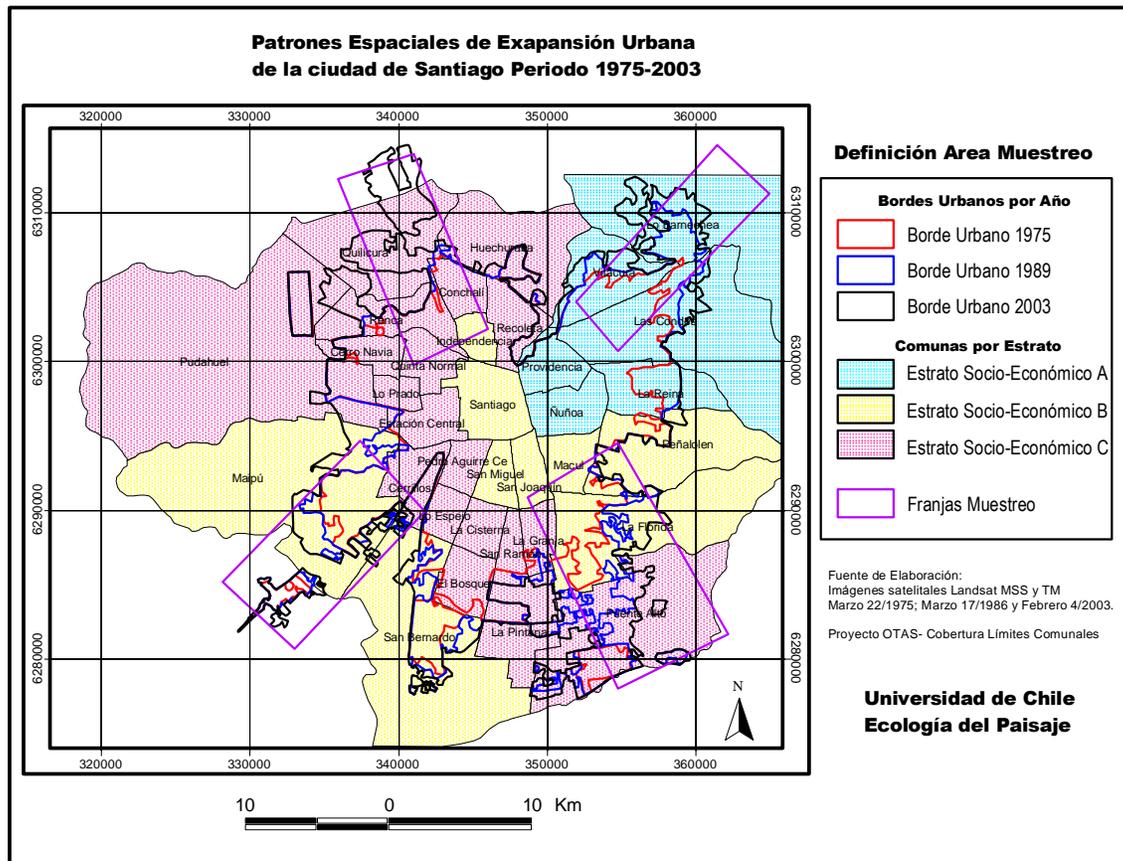


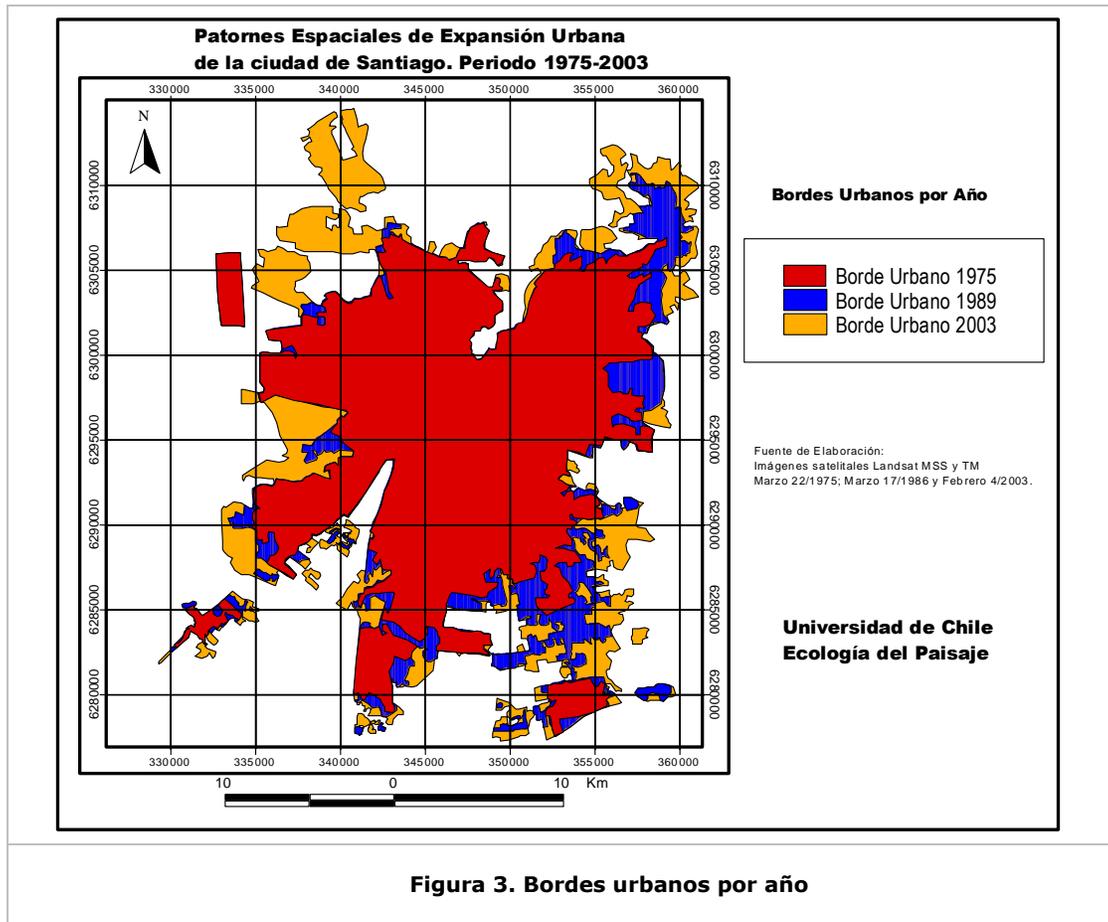
Figura 2. Definición área de muestreo

Resultados y discusión

La cobertura de polígonos del área urbana por año, realizada a partir de las imágenes de satélite (**Fig. 3**), muestra que la ciudad se ha expandido hacia todos los puntos cardinales sin excepción; los cambios más significativos entre los diferentes años se observan hacia el sector oriente, en especial en el norte y el sur donde la superficie urbana ha tenido incrementos notorios en cada uno de los periodos (1975-1989, 1989-2003). Hacia el sector poniente también se evidencia un aumento de la superficie urbana, sin embargo el mayor cambio es el experimentado entre 1989 y 2003. A partir de la tabla resumen de métricas de paisaje (**Tabla 1**) es posible notar el cambio neto en la superficie urbana durante el periodo de estudio; cabe anotar que a pesar que el lapso de tiempo entre 1975 y 1989, es el mismo que entre 1989 y 2003 (14 años), los cambios en la superficie son mucho mayores en el último periodo, de esta forma se observa un incremento aproximado de 7500Ha entre 1975 y 1989, y de 12800 Ha entre 1989 y 2003.

CLASE	CA	NUMP	PSCOV	PSSD	TE	ED	MPE	MSI	MPAR	MPFD	AWMPFD
Borde Urbano 1975	36493,10	5,00	181,59	13253,38	280283,14	2,04	56056,63	2,07	22,48	1,23	1,25
Borde Urbano 1989	44081,76	15,00	360,57	10596,34	374187,56	2,72	24945,84	1,75	107,45	1,27	1,27
Borde Urbano 2003	56877,00	12,00	310,31	14708,03	440527,42	3,20	36710,62	1,89	65,44	1,25	1,27

**Tabla 1. Métricas de Paisaje (Tamaño, Borde y Forma)
Cobertura Bordes Urbanos 1975, 1989 y 2003**



También se evidencian diferencias en el número de parches (manchas urbanas) entre los diferentes años, con el menor número para la cobertura del año 1975 (5 parches) y el mayor para la clase 1989 (15 parches); al respecto llama la atención que la cobertura del año 2003 presente un menor número de parches (12) en relación a 1989, lo cual puede deberse a que la ciudad en su proceso de expansión inicialmente se fraccionó en nuevos fragmentos urbanos cercanos al principal y posteriormente se fue compactando en parches de mayor tamaño o que se incluyeron a la mancha urbana.

En cuanto a las métricas de borde se observa que el borde total (TE) y la densidad de borde (ED) exhiben la misma tendencia que siguen las métricas de tamaño, aumentando en el tiempo; este comportamiento puede argumentarse con el aumento en el área de las manchas urbanas, puesto que a mayor tamaño de los parches generalmente mayor es el perímetro. No obstante la cantidad de borde promedio por parche (MPE) muestra un comportamiento diferente al de las métricas anteriores, siendo mayor para el año 1975, disminuyendo en el año 1989 y volviendo a aumentar en el 2003. Esto se debe a que el

borde total en la cobertura del año 1989 se divide en un mayor número de parches correspondiendo a cada parche una menor cantidad de borde.

Por otra parte, respecto a las métricas de forma se aprecian diferentes tendencias según el índice. Así, el índice de forma promedio (MSI) refleja mayor complejidad de la forma en la cobertura del año 1975 con un valor de 2.07, sin embargo la razón perímetro -área promedio (MPAR) muestra que la clase 1989 es la más compleja en cuanto a la forma (107.45m/ha); los índices que involucran dimensión fractal (MPFD = Dimensión Fractal del Parche Promedio y AWMPFD = Dimensión Fractal Promedio Ponderada por el Área) presentan valores muy parecidos manteniéndose muy cercanos a 1, sin evidenciar grandes diferencias entre los años del periodo de estudio, por tal motivo el análisis de las métricas de forma se basa en estos últimos índices ya que se encuentran menos influenciados por el tamaño de los parches. Así es posible afirmar que la forma del área urbana, en general, ha conservado una baja complejidad (índices MPFD y AWMPFD menores de 2), sin variaciones significativas durante el periodo de estudio, aumentando en una mínima cantidad entre 1975 y 1989 y manteniéndose hasta el año 2003. A pesar del bajo valor de los índices, se observa en el mapa de parches urbanos que se han mantenido algunas sinuosidades en la forma del polígono de la mancha principal, correspondientes al cerro San Cristóbal y el área del Aeropuerto Cerrillos; además las áreas de crecimiento urbano han creado nuevas ondulaciones en el borde que le han dado una configuración convolucionada y curvilínea a la figura urbana, acercándose, en parte, a la forma ideal de la ciudad a escala regional, descrita por Jim y Chen (2003). Sin embargo, esta configuración "ideal" que presenta la forma de la ciudad no es compatible con los valores promedio de índice de vegetación (NDVI) para cada año (**Tabla 2**), ya que se observa una tendencia a la baja entre 1975 y 2003, lo cual puede indicar que las cuñas o sinuosidades de la matriz ambiental circundante son más un obstáculo a la expansión urbana (por el relieve pronunciado ó cercanía a aeropuertos, entre otros), que una estrategia territorial para mantener los espacios naturales y los servicios ambientales que ofrecen a la urbe (Romero *et al*, 2003).

Variable	1975	1989	2003
NDVI promedio	0.136	0.131	0.120
DS	0.192	0.189	0.178

Tabla 2. Valores Promedio NDVI por año

Por otra parte, al separar los valores de NDVI por estrato socio-económico es posible notar diferencias, como se observa en la Tabla 3.

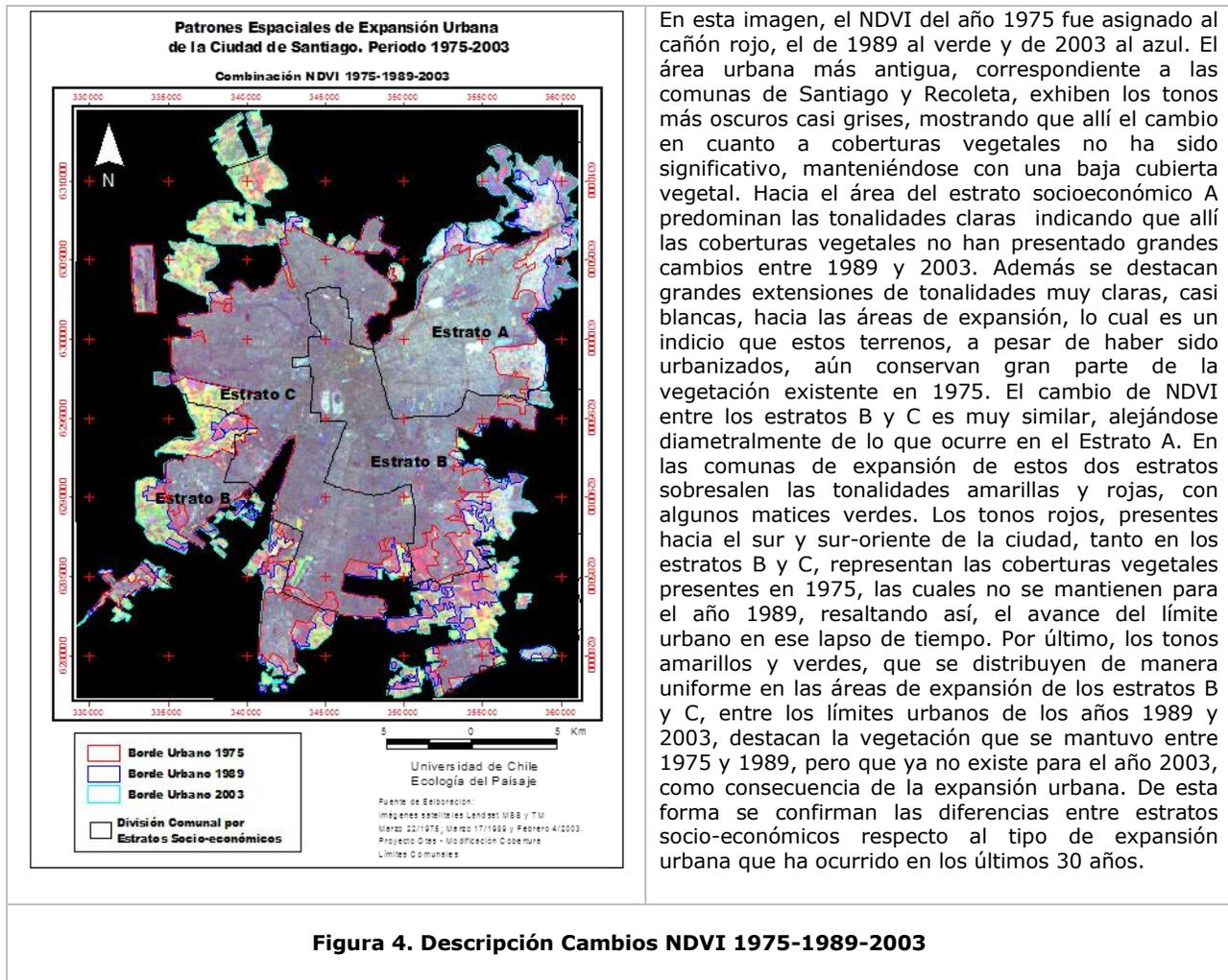
Variable	1975	1989	2003
<i>Estrato A</i>			
NDVI promedio	0.258	0.273	0.272
DS	0.195	0.178	0.183
<i>Estrato B</i>			
NDVI promedio	0.112	0.113	0.099
DS	0.186	0.189	0.175
<i>Estrato C</i>			
NDVI promedio	0.125	0.116	0.102
DS	0.182	0.178	0.163

Tabla 3. Valores Promedio NDVI por año y estrato socio-económico

De acuerdo con los valores presentados se puede advertir que en el Estrato A, la actividad fotosintética de la vegetación se ha mantenido casi constante en el tiempo (con algunos pequeños incrementos), aun cuando allí el aumento en la superficie urbana ha sido notorio; por el contrario en los Estratos B y C los valores de NDVI tienden a disminuir en el tiempo.

Este comportamiento puede explicarse con base en un indicador socio-económico, que se relaciona con la presencia de coberturas vegetales, como es la superficie cubierta por las áreas verdes; dicho índice muestra significativas diferencias en cada uno de los estratos; así por ejemplo, en el Estrato A corresponde a 10624Ha mientras que para los Estratos B y C la superficie cubierta por las áreas verdes es de 9262 Ha y 6740Ha respectivamente. Estos datos llevan a afirmar que la expansión urbana ocurrida en el Estrato A, no es la misma que en el B y C, ya que en el primero, factores como la baja densidad de población (46 habitantes/Ha) y el alto ingreso mensual por hogar (\$ 1.203.144), permiten un desarrollo urbanístico en grandes predios con un alto porcentaje de cubierta vegetal.

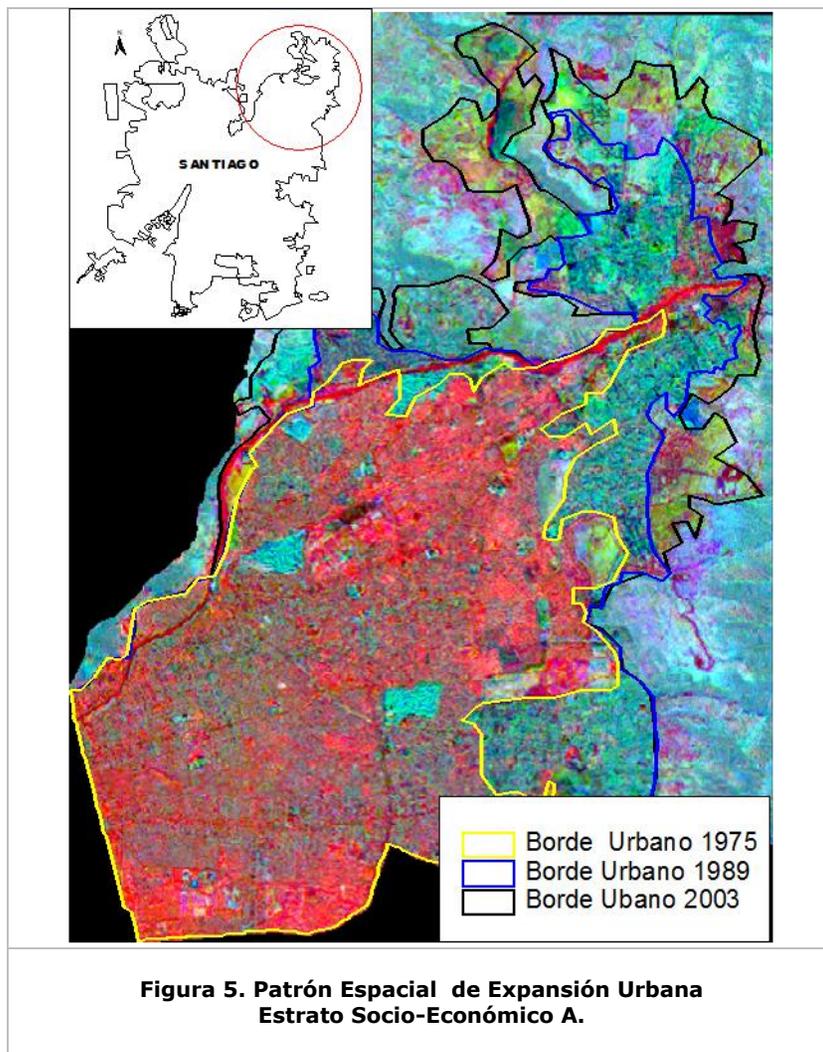
Caso contrario ocurre en las comunas correspondientes a los estratos B y C, puesto que allí la densidad de población es mayor (B = 55.5 habitantes/Ha; C = 65.4 habitantes/Ha) y el ingreso menor (B: \$621.319; C: \$366.022), dando paso a una urbanización mas concentrada, que da prioridad a la construcción de nuevas ofertas inmobiliarias, antes que a la creación y mantenimiento de áreas verdes. Lo anterior puede corroborarse en la imagen de combinación en color de los NDVI de cada año, donde se resaltan varios cambios en las cubiertas vegetales durante el periodo de estudio. En la **Fig. 4** se describen de manera detallada dichos cambios.



En esta imagen, el NDVI del año 1975 fue asignado al cañón rojo, el de 1989 al verde y de 2003 al azul. El área urbana más antigua, correspondiente a las comunas de Santiago y Recoleta, exhiben los tonos más oscuros casi grises, mostrando que allí el cambio en cuanto a coberturas vegetales no ha sido significativo, manteniéndose con una baja cubierta vegetal. Hacia el área del estrato socioeconómico A predominan las tonalidades claras indicando que allí las coberturas vegetales no han presentado grandes cambios entre 1989 y 2003. Además se destacan grandes extensiones de tonalidades muy claras, casi blancas, hacia las áreas de expansión, lo cual es un indicio que estos terrenos, a pesar de haber sido urbanizados, aún conservan gran parte de la vegetación existente en 1975. El cambio de NDVI entre los estratos B y C es muy similar, alejándose diametralmente de lo que ocurre en el Estrato A. En las comunas de expansión de estos dos estratos sobresalen las tonalidades amarillas y rojas, con algunos matices verdes. Los tonos rojos, presentes hacia el sur y sur-oriente de la ciudad, tanto en los estratos B y C, representan las coberturas vegetales presentes en 1975, las cuales no se mantienen para el año 1989, resaltando así, el avance del límite urbano en ese lapso de tiempo. Por último, los tonos amarillos y verdes, que se distribuyen de manera uniforme en las áreas de expansión de los estratos B y C, entre los límites urbanos de los años 1989 y 2003, destacan la vegetación que se mantuvo entre 1975 y 1989, pero que ya no existe para el año 2003, como consecuencia de la expansión urbana. De esta forma se confirman las diferencias entre estratos socio-económicos respecto al tipo de expansión urbana que ha ocurrido en los últimos 30 años.

Los argumentos presentados anteriormente confirman parte de la hipótesis planteada al inicio de este trabajo, al demostrar que la expansión urbana de la ciudad de Santiago no ha sido uniforme en las diferentes comunas, presentando diferencias de acuerdo a los estratos socio-económicos en los que se divide la población. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Mattos (2002) quien identificó como rasgos dominantes de la dinámica metropolitana, la persistencia y consolidación de una estructura urbana polarizada y segregada, que acentúa una continua dilatación de un peri-urbano difuso de baja densidad con estructura policéntrica que prolonga la ciudad hacia todas las direcciones posibles. El análisis de la combinación en color de los componentes principales obtenidos para cada año (**Figs. 5-7**) permite probar la otra parte de la hipótesis mediante la identificación del patrón espacial que ha seguido la expansión urbana en los diferentes estratos durante el periodo 1975-2003. La Figura 5 ilustra como se ha dado el crecimiento urbano en el Estrato A, donde se puede notar que el patrón espacial es muy diferente al seguido en las comunas de los Estratos B y C; se destaca en la figura, la textura moteada que presentan las áreas de expansión, la cual es posible relacionarla con las coberturas vegetales que predominan en el

área. De esta forma es factible concluir que el patrón espacial en esta área tiende a ser *Fraccionado*, con una urbanización discontinua, que da prioridad grandes predios, permitiendo el mantenimiento de áreas verdes. Además la cercanía a los faldeos cordilleranos en esta área confiere una restricción a la expansión, haciendo que los sitios urbanizados queden a gran distancia unos de otros, favoreciendo así la presencia de vegetación nativa.



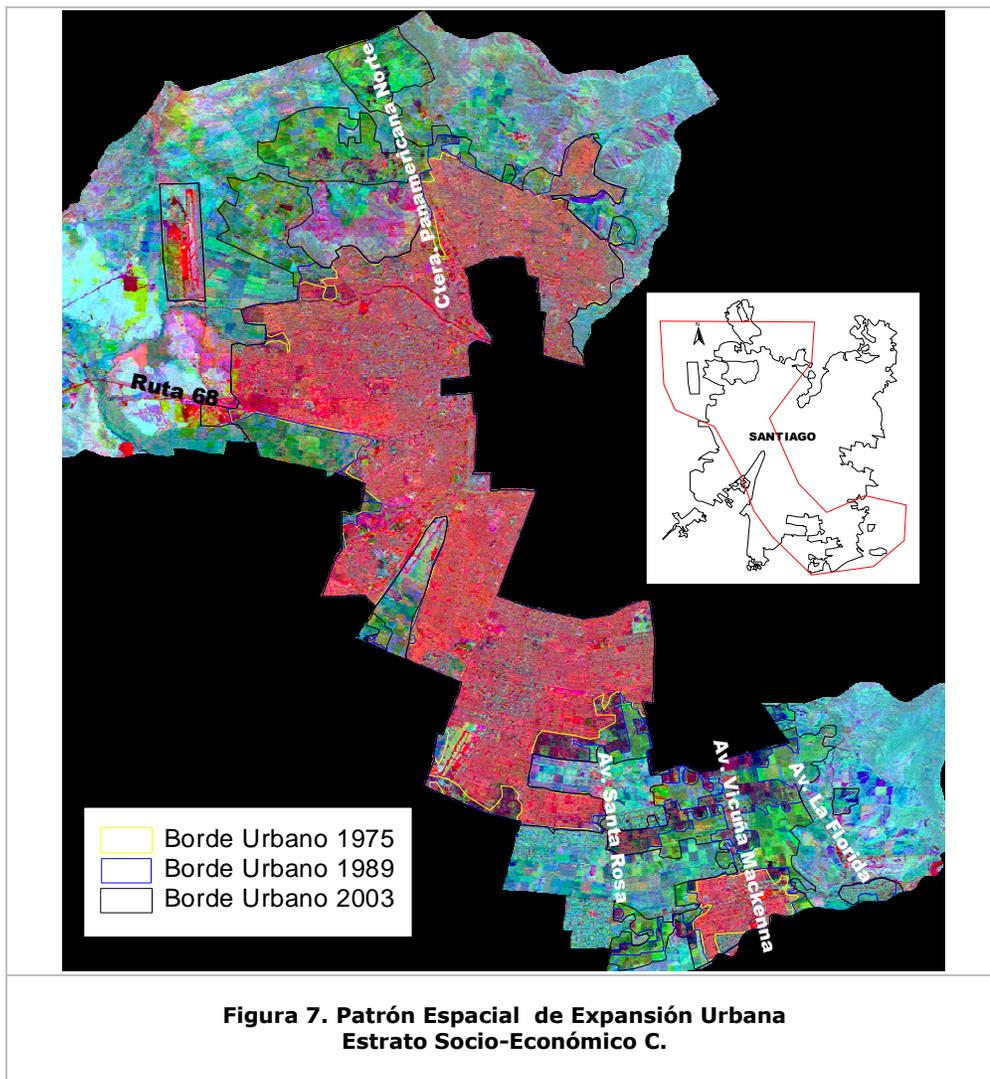
En la **Fig. 6** se observa la tendencia que rige el patrón espacial de expansión en el estrato B; allí la textura que predomina en las áreas de crecimiento es lisa, lo cual puede ser un indicador que la urbanización en este estrato es mucho más densa que en el estrato A, disminuyendo así la posibilidad de encontrar grandes espacios abiertos con cubiertas vegetales. Cabe resaltar en esta figura la claridad con que se destacan algunas vías

principales como la Avenida Tobalaba, Américo Vespucio, Pedro Aguirre Cerda y la Carretera Panamericana Sur, las cuales se observan muy cercanas a los límites urbanos graficados para cada año, llevando así a pensar que el patrón espacial de expansión en este estrato tiende a ser una combinación entre el *Concéntrico* y el *Lineal*, donde inicialmente la construcción de estas grandes vías trajo un desarrollo inmobiliario adyacente a las mismas (patrón lineal), que posteriormente favoreció la urbanización de los suelos inmediatamente contiguos mediante un patrón espacial concéntrico.



**Figura 6. Patrón Espacial de Expansión Urbana
Estrato Socio-Económico B.**

Por último la **Fig. 7** presenta de manera grafica el crecimiento urbano del estrato C, el cual no es muy diferente al observado en el estrato B, ya que se observa la misma textura lisa en las áreas de expansión. Al igual que en la figura anterior se pueden reconocer algunas vías principales, que en este caso corresponden a la Carretera Panamericana Norte, Ruta 68 y Avenidas Santa Rosa, Vicuña Mackenna y La Florida; esta configuración espacial de las vías y la cercanía de los límites urbanos de cada año es similar al Estrato B y por lo tanto es lógico afirmar que el patrón de expansión en esta área también corresponde a una mezcla entre el concéntrico y el lineal con un desarrollo inmobiliario análogo al ocurrido en las comunas del estrato B.



Conclusiones

- La ciudad de Santiago se ha expandido hacia todos los puntos cardinales sin excepción, aumentando 7500Ha entre 1975 y 1989 y 12800Ha entre 1989 y 2003.
- A pesar del acelerado crecimiento urbano la forma de la ciudad de Santiago aun conserva algunas sinuosidades y proyecciones que permiten los intercambios con la matriz ambiental, sin embargo, la expansión ocurrida en los últimos 30 años ha llevado a la pérdida de importantes coberturas vegetales que se reflejan en la notoria disminución del NDVI entre 1975 y 2003.
- Existen notorias diferencias entre estratos socio-económicos respecto a las coberturas vegetales, siendo el estrato socio-económico A el que presenta los valores de NDVI mayores y más constantes durante el periodo de estudio, relacionándose directamente con la superficie de áreas verdes, el ingreso por hogar y la densidad de población.
- Las diferencias entre estratos socio-económicos respecto a la variación de las coberturas vegetales en el período 1975-2003, permiten concluir que los patrones espaciales de expansión urbana dependen en gran medida del estrato.
- El estrato socio-económico A se caracteriza por un patrón espacial de expansión urbano Fraccionado, mientras que en los estratos B y C se identifica un patrón combinado ente la expansión concéntrica y lineal.

Bibliografía

BAJRA J.R., VILLA, M., y RODRÍGUEZ, J. 2000. *Segregación Residencial en áreas metropolitanas de América Latina*. Serie Población y Desarrollo. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población. CEPAL. 16 p.

BAHR, J. y MERTINS, G. 1985. "Desarrollo Poblacional en el Gran Santiago entre 1970 y 1982". *Revista Geográfica Norte Grande* 12: 11-26.

BARNES, K.B.; MORGAN, J. M.; ROBERGE, M.C. y LOWE S. 2001. "Sprawl development: Its patterns, consequences and measurement". Center for geographic Information Sciences. Towson University [en línea]
<http://chesapeake.towson.edu/landscape/urbansprawl/download/Sprawl_white_paper.pdf> [consulta: 02 Junio2004]

BERTRAND, M. y ROMERO, H. 1993. "La ciudad". En: SANDOVAL, L.; PRENDEZ, B.M. y ULRIKSEN U.P. (Eds.). *Contaminación atmosférica de Santiago: estado actual y situaciones*. Santiago, Universidad de Chile y Comisión de Descontaminación de la Región Metropolitana. pp. 61-85.

CIVCO, L.D.; HURD, J.D.; WILSON, E.H.; ARNOLD, C.L. y PRISLOE, M.P. 2002. "Quantifying and Describing Urbanizing Landscapes in the northeast United States". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68 (10): 1083-1090.

COMISION EUROPEA. 1996. *Ciudades Europeas Sostenibles*. Dirección General Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil. Bruselas. 23p.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. 1998. "Hacia una política urbana para la Unión Europea" [en línea] <<http://habitat.aq.upm.es/hpuue/lista.html>> [consulta: 17 Marzo 2004]

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 2002. "Urbanización y problemas ambientales" [en línea] <<http://themes.eea.eu.int/fulldoc.php/issues/biodiversity?fn=92-828-3351-8&1=es>> [consulta: 17 Marzo 2004].

HASSE, J. E. y LATHROP, R. G. "Land resource impact indicators of urabn sprawl". *Applied Geography* 23: 159-175.

HOWARTH, P. J. y BOASSON, E. 1983. "Landsat Digital Enhancements for Change Detection in Urban Environments". *Remote Sensing of Environment* 13: 149-160.

JIM, C. Y. 1999. "A planning strategy to augment the diversity and biomass of roadside trees in urban Hong Kong". *Landscape and Urban Planning* 44: 13-32.

JIM, C. Y. y CHEN, S. S. 2003. "Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China". *Landscape and Urban Planning* 65: 95-116.

KUHN, M. 2003. "Greenbelt and green Herat: separating and integrating landscapes en European city regions". *Landscape and Urban Planning* 64: 19-27

LOPEZ, R y HYNES, H. 2003. "Sprawl in the 1990s Measurement, Distribution and Trends". *Urban Affairs Review* (38) 3: 325-355.

LUCK, M. y WU, J. 2002. "A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA". *Landscape Ecology* 17: 327-339 *Landscape and Urban Planning* 65: 95-116.

MATTA, J y JORDAN, R. 1989. "Expansión Urbana de Santiago", *Revista Auca*. Santiago.

MATTOS, C. A. 2002. *Santiago de Chile de cara a la globalización, ¿otra ciudad?* Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile. 37p.

PINTO, J.M. 2002. *Urbanización, redistribución espacial de la población y transformaciones socio-económicas en América Latina*. Serie Población y Desarrollo. Proyecto Regional de Población 2000-2003 CELADE-FNUAP. CEPAL. 55p.

ROMERO, H., IHL, M., RIVERA, A.; ZALAZAR P. y AZOCAR, P. 1999. "Rapid urban growth, land-use changes and air pollution in Santiago, Chile". *Atmospheric Environment* 33: 4039-4047.

ROMERO, H. y ORDENES F. 2004. "Emerging Urbanization in the Southern Andes. Environmental impacts of Urban Sprawl in Santiago de Chile on the Andean Piedmont". *Mountain Research and Development* (24) 3: 197-201.

ROMERO, H.; ORDENES, F. y VASQUEZ, A. 2003. "Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudad de Santiago y ciudades intermedias de Chile". En: FIGUEROA, E. y SIMONETTI, J.A. (Eds.). *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*. Editorial Universitaria. pp: 167-207.

SECRETARIA MINISTERIAL METROPOLITANA. 1994. *Plan Regulador metropolitano de Santiago*. Ministerio de la Vivienda y Urbanismo; Secretaría Ministerial Metropolitana, Departamento de Desarrollo e Infraestructura, Unidad de Planificación, Santiago, 194 p.

SUDHIRA, H.S.; RAMACHANDRA, T.V. y JAGADISH, K.S. 2003. "Urban sprawl pattern recognition and modelling using GIS". En: Map India 2003 Proceedings.

UNESCO. 1996. *Cities of Asia. World Heritage Centre*. [en línea] <<http://whc.unesco.org/events/asiaciti.htm>> [consulta:17 Marzo 2005].

UNITED NATIONS. 1999. *World urbanization prospects: the 1999 revision*. United Nations, Population Division

WENG, Q. 2001. "A remote sensing- GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China". *Int. J. Remote Sensing* 22(10): 1999-2014.

ZANG, L.; WU, J.; ZHEN Y. y SHU J. 2004. "A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Sahnghai metropolitan area, China". *Landscape and Urban Planning* 69: 1-16.